

# Dokumentationsrahmen für Abschlussprojekte

**Geltungsbereich:** Technikerschule Hannover  
Elektrotechnik  
Maschinentechnik  
Metallbautechnik

**Verantwortlich:** K. Brühl

**Stand:** 27.05.2013

**Redaktion:** K. Hülswitt  
W. Willig  
W. Heuer

**Version** 1.2

## Übersicht

1	Struktur der Projektarbeit.....	2
2	Format und Umfang .....	7
3	Ausschnitt aus einer Projektdokumentation .....	8

## 1 Struktur der Projektarbeit

Eine Projektarbeit besteht formal aus:

1. Deckblatt
2. Kurzdarstellung des Projekts (deutsch)
3. Abstract/Kurzdarstellung des Projekts (englisch)
4. Gliederung/Inhaltsverzeichnis
5. Abkürzungsverzeichnis/Glossar
6. Text (Ergebnisse, Methoden, usw., siehe **Gliederungsvorschläge, ab Seite 3**)
7. Abbildungsverzeichnis
8. Tabellenverzeichnis
9. Literaturverzeichnis
10. Erklärung des/der Verfasser/s
11. Anlagen bzw. Anhang (Tabellen, Projektmanagement, usw.)

### zu 1. Deckblatt

Das Deckblatt enthält folgende Informationen:

- Logo und Name der Schule und des evtl. beteiligten Unternehmens
- Thema der Arbeit
- Fach
- Vorname, Name und Klasse
- schulischer und evtl. betrieblicher Projektbetreuer
- Datum der Abgabe

### Zu 2. Kurzdarstellung des Projekts (deutsch)

Die Kurzdarstellung des Projekts (Zusammenfassung) soll einem potentiellen Leser die Problemstellung, die Vorgehensweise und die Ergebnisse in komprimierter Form bieten. Oft genügt ein Satz zu jedem Hauptkapitel: Problemstellung, Vorgehensweise und Ergebnisse auf max. einer Seite dokumentiert

### Zu 3. Abstract/Kurzdarstellung des Projekts (englisch)

Es gelten die o.a. Aussagen zur deutschen Kurzdarstellung, nur in englischer Sprache.

### zu 4. Gliederung mit Seitenangabe

1. Ebene:	1, 2, 3, ...	Text	Bei der numerischen Gliederung trennt der Punkt die Nummern. Hinter die letzte Nummer kommt kein Punkt, deshalb folgen bis zur Überschrift mindestens zwei Leerzeichen. Nach der Abschnittsüberschrift kommt eine Leerzeile.  (vgl. DIN 5008)
2. Ebene:	1.1, 1.2, 1.3, ...		
3. Ebene:	1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, ...		
	(1. Fluchtlinie)	(2. Fluchtlinie)	

Mehr als 4 Ziffern sollten nicht verwendet werden. Für die Kapitelstrukturierung gilt: Auf **jeden Oberpunkt** folgen mindestens **zwei Unterpunkte!**

Die Gliederungspunkte beziehen sich auf den konkreten Inhalt des folgenden Textes. Nichtssagende Überschriften sind also kein Gliederungspunkt.

**zu 5. Abkürzungsverzeichnis/Glossar:**

Werden im Text **spezifische** Abkürzungen (**nicht** bzw., usw., ) verwendet, ist nach dem Inhaltsverzeichnis ein Abkürzungsverzeichnis einzufügen.

**Zu 6. Text (Ergebnisse, Methoden, usw., siehe Gliederungsvorschläge unten)**

Eine inhaltliche Struktur des Textteils kann je nach Charakter der Aufgabenstellung wie folgt aussehen:

a) bei **Technischer Aufgabenstellung und Neuplanung (z.B. Entwicklung einer angetriebenen Biegevorrichtung)**

Kapitel	Bereich	Inhalt
1	Einleitung	Allgemeines zur Thematik (Weiterbildung, Abschlussprojekt, usw.)
Nur bei externen Arbeiten	Unternehmens-/Abteilungsvorstellung, Produktvorstellung	Allgemeine Angaben zu Unternehmen und Produkt mit Eingrenzung auf Projektbezug
2	Aufgabenstellung	Übergeordnete Problemstellung/ Zielsystem; Zusammenfassung des Pflichtenheftes; Verweis auf das Pflichtenheft im Anhang
3	Kernthema	Beschreibung der Vorgehensweise/Methode
4	Kernthema	Beschreibung der Technologie mit Rahmenbedingungen
5	Kernthema	Beschreibung und Einsatz von theoretischen Lösungsansätzen z.B. Einsatz eines morphologischem Kastens Auswahl einer Lösung mit Begründung; ggf. Bewertung mittels eines standardisierten Verfahrens z.B. Nutzwertanalyse
6	Kernthema	Technologische Umsetzung der ausgewählten Lösung (Berechnungen, Entwürfe, Versuchsaufbau, Messprotokolle, Auswertung und Interpretation der Messungen)
7	Projektbewertung	Gegenüberstellung der Ziele und der Ergebnisse mit Kommentierung
8	Abbildungsverzeichnis	Liste der Bilder im Text mit Nummer (Abb.x)
9	Tabellenverzeichnis	Liste der Tabellen im Text mit Nummer (Tab.x)
10	Literaturverzeichnis	Quellenliste

b) bei schulinternen/externen Projekten mit vergleichender Aufgabenstellung oder Weiterentwicklung eines vorhandenen Systems aus allen Bereichen

Kapitel	Bereich	Inhalt
1	Einleitung	Allgemeines zur Thematik (Weiterbildung, Abschlussprojekt, usw.)
Nur bei externen Arbeiten	Unternehmens-/Abteilungsvorstellung, Produktvorstellung	Allgemeine Angaben zu Unternehmen und Produkt mit Eingrenzung auf Projektbezug
2	Aufgabenstellung	Übergeordnete Problemstellung/ Zielsystem; Zusammenfassung des Pflichtenheftes; Verweis auf das Pflichtenheft im Anhang
3	Kernthema	Beschreibung der Vorgehensweise/Methode
4	Kernthema	Ausführliche IST - Analyse mit Auswertung
5	Kernthema	SOLL – Konzeption <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Optimierungsplanung mehrerer Ansätze z.B. Einsatz eines morphologischem Kastens (kreative Phase mit Überschlagsrechnung)</li> <li>▪ Auswahl einer Lösung mit Begründung; Kostenabschätzung oder -berechnung ggf. Bewertung mittels eines standardisierten Verfahrens z.B. Nutzwertanalyse</li> </ul>
6	Kernthema	Detailplanung/-konstruktion mit detaillierter Dokumentation
7	Kernthema	Bewertender Vergleich SOLL - IST Gegenüberstellung der Ziele und der Ergebnisse mit Kommentierung Herausstellung der positiven Ergebnisse
8	Abbildungsverzeichnis	Liste der Bilder im Text mit Nummer (Abb.x)
9	Tabellenverzeichnis	Liste der Tabellen im Text mit Nummer (Tab.x)
10	Literaturverzeichnis	Quellenliste

bei **Aufgabenstellung** aus einem nicht-technischem Themenfeld

Kapitel	Bereich	Inhalt
1	Einleitung	Allgemeines zur Thematik (Weiterbildung, Abschlussprojekt, usw.)
Nur bei externen Arbeiten	Unternehmens-/Abteilungsvorstellung, Produktvorstellung	Allgemeine Angaben zu Unternehmen und Produkt mit Eingrenzung auf Projektbezug
2	Aufgabenstellung	Übergeordnete Problemstellung/ Zielsystem; Zusammenfassung des Pflichtenheftes; Verweis auf das Pflichtenheft im Anhang
3	Kernthema	Beschreibung der Vorgehensweise/Methode
4	Kernthema	Beschreibung der Ergebnisse
5	Kernthema	Interpretation der Ergebnisse
6	Projektbewertung	Gegenüberstellung der Ziele und der Ergebnisse mit Kommentierung
7	Abbildungsverzeichnis	Liste der Bilder im Text mit Nummer (Abb.x)
8	Tabellenverzeichnis	Liste der Tabellen im Text mit Nummer (Tab.x)
9	Literaturverzeichnis	Quellenliste

Tipp: Die innere Struktur eines Kapitels kann, wo immer es sinnvoll ist, wie folgt aussehen:

- Ziel des Kapitels (z.B. aus dem Pflichtenheft oder der Arbeitspaketdefinition entnehmen, soweit Projektmanagement eingesetzt wird)
- Vorgehensweise (ist bei Projektmanagementsinsatz in den Arbeitspaketdefinitionen dokumentiert)
- Ergebnis (also das, was in dem Teilthema erreicht wurde)
- Bewertung/Interpretation des Ergebnisses (entspricht das Ergebnis den Zielvorgaben?, gibt es Abweichungen?, usw.)

**zu 6. Textteil**

- Der Textteil soll 50 Seiten nicht überschreiten. Nicht mitgerechnet werden dabei Deckblatt, Inhaltsverzeichnis, Abkürzungsverzeichnis, Abbildungsverzeichnis, Tabellenverzeichnis, Literaturverzeichnis, Anlagen.
- Soweit Tabellen, Übersichten, Berechnungen oder ähnliches für das unmittelbare Verständnis der Arbeit **nicht erforderlich sind** oder das **Verständnis erschweren**, werden diese als Anlage dem Text beigelegt. Der Text enthält dann Verweise auf diese Unterlagen!
- Grundsätzlich sind sämtliche übernommenen Gedanken und Aussagen als solche zu kennzeichnen. Es muss klar erkennbar sein, wo welche Quellen herangezogen wurden. Wer dies unterlässt, begeht einen **Täuschungsversuch**. Dies gilt auch für übernommene Abbildungen und Tabellen.
- Wörtliche (direkte) Zitate sollen sparsam verwendet werden. Sie sind nur bei besonders prägnanten Formulierungen oder grundlegenden Aussagen angebracht. Wenn wörtlich zitiert wird, ist der exakte Wortlaut des Originals einschließlich der Interpunktion zu übernehmen.

men und in Anführungszeichen zu setzen. Die Fundstelle ist mit Autor, Erscheinungsjahr und Seite anzugeben.

Beispiel:

„Konstruieren umfasst alle Tätigkeiten zur Darstellung und eindeutigen Beschreibung von gedanklich realisierten technischen Gebilden als Lösung technischer Aufgaben.“ (Conrad 2005, S. 11).

- Ein indirektes Zitat liegt vor, wenn Sätze eines fremden Autors sinngemäß übernommen werden. Der Quellenangabe wird ein vgl. (vergleiche) vorangestellt.

Beispiel:

Im Konstruktionsprozess werden Lösungen für technische Aufgaben gefunden und dokumentiert (vgl. Conrad 2005, S.11).

### zu 7. Abbildungsverzeichnis

Das Abbildungsverzeichnis gibt einen Überblick über die im Text eingebundenen Bilder in numerischer Reihenfolge mit Angabe der Abbildungsseite.

### zu 8. Tabellenverzeichnis

Das Abbildungsverzeichnis gibt einen Überblick über die im Text eingebundenen Bilder in numerischer Reihenfolge mit Angabe der Abbildungsseite.

### zu 9. Literaturverzeichnis

Im Literaturverzeichnis stehen alle Bücher, Zeitschriften oder Internetseiten, die verwendet wurden. Sie werden alphabetisch geordnet.

- Bücher  
Die folgenden Angaben müssen zu den Büchern gemacht werden: Name des Autors oder der Autoren, Titel des Buchs, Auflage, Verlagsort (bei mehreren wird der erste mit dem Zusatz u.a. angegeben) und das Erscheinungsjahr.

Beispiel:

Conrad, Klaus-Jörg: Grundlagen der Konstruktionslehre, Methoden und Beispiele für den Maschinenbau; 3. Auflage, München/Wien 2005

- Zeitschriften  
Zu Aufsätzen in Zeitschriften müssen folgende Angaben gemacht werden: Name des Verfassers, Titel des Aufsatzes, Titel der Zeitschrift eingeleitet mit „in:“, Nummer des Heftes, Jahrgang und die Seiten, auf denen der Aufsatz steht.

Beispiel:

Bader, Reinhard: FH-Studium plus Lehre; in: Die Berufsbildende Schule, Heft 2, 2001, S. 35

- Internet  
Zu Informationen aus dem Internet müssen folgende Angaben gemacht werden: Name des Verfassers, Aufsatztitel, Name der Organisation / Zeitung, Internetadresse (URL), Datum.

Beispiel:

Sonja Ernst: Wie gründet man eine Partei?; Bundeszentrale für politische Bildung, [http://www.bpb.de/themen/YJT9WO,0,0,Wie\\_gr%FCndet\\_man\\_eine\\_Partei.html](http://www.bpb.de/themen/YJT9WO,0,0,Wie_gr%FCndet_man_eine_Partei.html), 25.09.2005

- Die oben aufgeführten Informationen sind den folgenden Werken entnommen.

- Eco, Umberto: Wie man eine wissenschaftliche Abschlussarbeit schreibt; Heidelberg 1992
- Rückriem, G. u.a.: Technik des wissenschaftlichen Arbeitens; München 1992
- Werder, Lutz von: Lehrbuch des wissenschaftlichen Schreibens; Berlin 1993

## Zu 10. Versicherung über die eigenständige Anfertigung

Hiermit versichern wir, dass wir die Projektarbeit selbstständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und die Stellen der Arbeit, die im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt anderen Werken entnommen wurden, gekennzeichnet und im Literaturverzeichnis angegeben haben.

Hannover, .....  
 .....  
 (Unterschrift)  
 .....  
 (Unterschrift)  
 .....  
 (Unterschrift)  
 .....  
 (Unterschrift)

## 2 Format und Umfang

Jede Seite hat eine Kopfzeile (ggf. auch eine Fußzeile) mit folgenden Mindestangaben:  
 bbs|me, Technikerschule Hannover mit Projektberater, Thema mit Projektteam, Unternehmen mit Auftraggeber  
 Beispiel:

<b>SIEMENS</b> Information and Communication Networks	<b>Einführung des Projektma- nagements im ICN RV Region Nordwest</b>	<b>bbs</b>   <b>me</b> Otto-Brenner-Schule Technikerschule Hannover
Projektbearbeiter: Max Mustermann		

Diese Kopfzeile kann auch in Kopfzeile und Fußzeile aufgeteilt werden.

### Angaben zum Textblock

Zeilenabstand :	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -zeilig
Schrift:	vorzugsweise Arial o.ä.
Schriftgröße:	11 oder 12 Punkt
Papierformat:	DIN A 4
Rechter Rand:	2 cm
Linker Rand:	3-4 cm bei Heftbindung, bei Spiralbindung 2,5-3 cm
Seitennummerierung:	ab Textseite fortlaufend, mit 1 beginnend
Seitenumfang:	max. 50 Seiten
Auflage:	min. 1 Abgabeexemplar (schulinterne Projekte), min. 2 Abgabe exemplare (schulexterne Projekte), Papierform und Datenträger
Heftung:	Ergebnisse und Dokumentation in Original- und PDF-Format nach Absprache, aber keine lose Blattsammlung

## Zu 11. Anlagen/Anhang

Anlagen/ Anhang	Unterlagen	Technische Zeichnungen, umfangreiche Tabellen, Detailunterlagen zum Thema, Projektmanagementunterlagen (Lastenheft, Pflichtenheft/Zielsystem, Projektstrukturplan, Netzplan, Terminplan, Kapazitätsplan)
--------------------	------------	--

### 3 Ausschnitt aus einer Projektdokumentation

#### 1 Zusammenfassung / Summary

##### 1.1 Zusammenfassung

Im Rahmen der Ausbildung zum staatlich geprüften Techniker an der Technikerschule Hannover führte das Projektteam eine Projektarbeit im Unternehmen Metalltechnik Xxx GmbH durch.

Metalltechnik Xxx ist ein metallverarbeitendes Unternehmen, welches sich als Partner der Automobilindustrie, Maschinen- und Anlagenbauer, der Lebensmittel- und Pharmaindustrie sowie Messe- und Ausstellungsbauer in Hannover etabliert hat. Den Hauptanteil der Fertigung bilden die Blechbearbeitung, der Werkzeugbau sowie komplexe Schweißarbeiten.

Die Aufgabe dieser Projektarbeit bestand darin, die Fertigungssteuerung, Arbeitsvorbereitung, Konstruktion und Produktion der Metalltechnik Xxx GmbH mit Hilfe von Prozessanalysen, Lagerbetrachtungen und Materialflussuntersuchungen betriebstechnisch zu strukturieren und zu organisieren. Hierbei sollte berücksichtigt werden, dass die Geschäftsleitung eine zusätzliche Produktionsstätte plant, in welche ein Teil der Fertigung ausgelagert werden soll.

Grundlage dieser Projektarbeit war eine ausführliche IST-Analyse. Diese zeigte hohe Durchlaufzeiten, viele Lager, lange Laufwege, schlechte Materialflüsse, übermäßigen Transport, hohe Liegezeiten, Engpässe, Leerlauf und hohe Maschinenstillstandzeiten und somit ein hohes Maß an Verschwendung im Unternehmen auf. Auf Grund dieser Ergebnisse verwarf das Projektteam die Planungen der Geschäftsleitung und entschied sich, ein völlig neues Konzept zu entwickeln.

In diesem wird die bestehende Halle als reine Produktionsstätte genutzt, für welche eine neue Maschinenanordnung entwickelt wurde. Hierdurch konnten die Materialflüsse dem Fertigungsprozess entsprechend optimiert werden.



Zur Visualisierung wurde ein Layout erstellt und die Materialflüsse integriert. Durch die Bildung von Fertigungsteams wird die Effizienz der Produktion gesteigert und Engpassprozesse werden kompensiert.

Der beabsichtigte Neubau ist als reine Lagerhalle entworfen und visualisiert. Anhand dieses Konzepts konnte das Projektteam nachweisen, dass die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens sowie die innerbetrieblichen Abläufe optimiert und vor Allem Verschwender und deren Ursachen deutlich abgebaut werden können.

## 1.2 Summary

The project team generated a project in cooperation with Metalltechnik Xxx GmbH in the context of their training as State Certified Mechanical Engineers at the bbs-me Technical College Hannover.

Metalltechnik Xxx is a medium-sized enterprise specializing in the production and conversion of metal. It has become firmly established as a partner for the automotive industry, industrial machines and equipment manufacturers, the food and pharmaceutical industries as well as the conventions and exhibitions industry in the area of Hannover. The fields of sheet metal conditioning, tools manufacturing and complex welding work constitute the substantial part of the company's production.

The task of this project thesis consisted of the structuring and the organization of Metalltechnik Xxx's production planning and control, preparatory work, design and production with the aid of process analyses, warehouse inspections, material flow analyses and comprehensive project management. Thereby, the decision of the organization's managers to outsource a part of the existing production to a newly built facility was to be taken into account.

A comprehensive as-is analysis was the basis of this thesis. It unveiled high throughput times, many storage areas, long walking distances, poor material flows, excessive transportation, long holding times, no-load operation at some times as well as shortages at others and long machine standstills. These factors lead to a high level of resources waste in the company. Due to the described outcome of the analysis, the project team decided to dismiss the management's plans and to develop a completely new concept.

In this scheme the existing hall serves as production plant only. For this purpose, a concept for repositioning the machines within the production facility was developed. This way, the material flows could be optimized according to the production process. For visualization purposes a layout including the material flows was created. The production's efficiency is increased and time or material critical processes are compensated through building production teams. The newly built hall is designed and visualized purely as warehouse.

The project team was able to demonstrate that the company's cost-effectiveness as well as internal processes can be optimized. Especially the existing waste of resources and its cause can be clearly reduced.

## **2 Einleitung**

Im Rahmen der Techniker Ausbildung an der Technikerschule Hannover wird über den Zeitraum des zweiten Ausbildungsjahres ein Unternehmensprojekt durchgeführt. In diesem Projekt soll die praktische Teamarbeit und der Umgang mit Projektmanagementmethoden gefestigt werden. Ein auf die Schwerpunktrichtung Betriebstechnik ausgerichtetes Thema wird von den drei Parteien, der Technikerschule Hannover, der Projektfirma und dem Projektteam ausgearbeitet und schriftlich festgehalten. Diese Dokumentation behandelt das Projekt zwischen der Metalltechnik Xxx GmbH, Am Bahndamm 28-34 in 30453 Hannover und den Autoren A. Göhler, S. Hanebuth, D. Münzberg und O. Spodymek.

## **3 Aufgabenstellung**

Die Aufgabe dieser Projektarbeit besteht darin, die Fertigungssteuerung, Arbeitsvorbereitung, Konstruktion und Produktion der Metalltechnik Xxx GmbH mit Hilfe von Prozessanalysen, Lagerbetrachtungen, Materialflussuntersuchungen, usw. betriebstechnisch zu strukturieren und zu organisieren.

Um Transparenz in der Produktion zu schaffen, ist es notwendig, eine IST-Analyse durchzuführen. Diese beinhaltet die Maschinenplatzierungen, die Material- und Informationsflüsse sowie die Lager- und Arbeitsplatzgestaltung. Auf Grund von Platzmangel in der bestehenden Produktionshalle hat die Geschäftsleitung entschieden, eine neue Produktionshalle zu bauen und ausgewählte Prozesse und Maschinen auszulagern.

Die bestehende Fertigungsstätte wird hinsichtlich der verbleibenden Prozesse restrukturiert. Eine erste Prognose über das erforderliche Transportvolumen zwischen den Fertigungsstätten Linden und Seelze ist zu ermitteln. Der Einsatz der Mitarbeiter an den beiden Fertigungsstandorten soll hinsichtlich ihrer Qualifikationen an die neu strukturierten Prozesse angeglichen

werden. Anhand des Prozessmanagements soll die Fertigung effizienter gestaltet und somit die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens erhöht werden.

#### **4 Methode / Vorgehensweise**

Die gesamte Planungsphase wird unter Zuhilfenahme der Projektmanagementmethoden ausgearbeitet. Die Phasen Initiierung, Definition und Planung sind abgeschlossen. Es wird das Vorgehen in der Umsetzungsphase beschrieben. Unter Zuhilfenahme der schon fertig gestellten Instrumente (Arbeitspaketdefinitionen, Pflichtenheft, Terminplan usw.) wird das Projekt umgesetzt und der Fortschritt dokumentiert.

### **5 Dokumentation der Projektergebnisse**

#### **5.1 IST-Analyse**

##### **5.1.1 Hallenlayout**

Das Hallenlayout (Layout ausklappbar siehe Seite 12, Abb. 1) dient zur Übersicht über die gegebenen Umstände in der bestehenden Produktionsstätte. Damit sollen alle Maße der Maschinen, Regale, Lager und Transportwege erfasst werden. Weiterhin dient das Layout der Visualisierung von Materialflüssen und Laufwegen.

Um alle Hallenmaße so einfach wie möglich aufnehmen zu können, wurde entschieden, ein Laserentfernungsmessgerät zu nutzen. Es wurde ein Gerät von Bosch eingesetzt, welches einen Messbereich von 0,3m bis 150m besitzt.

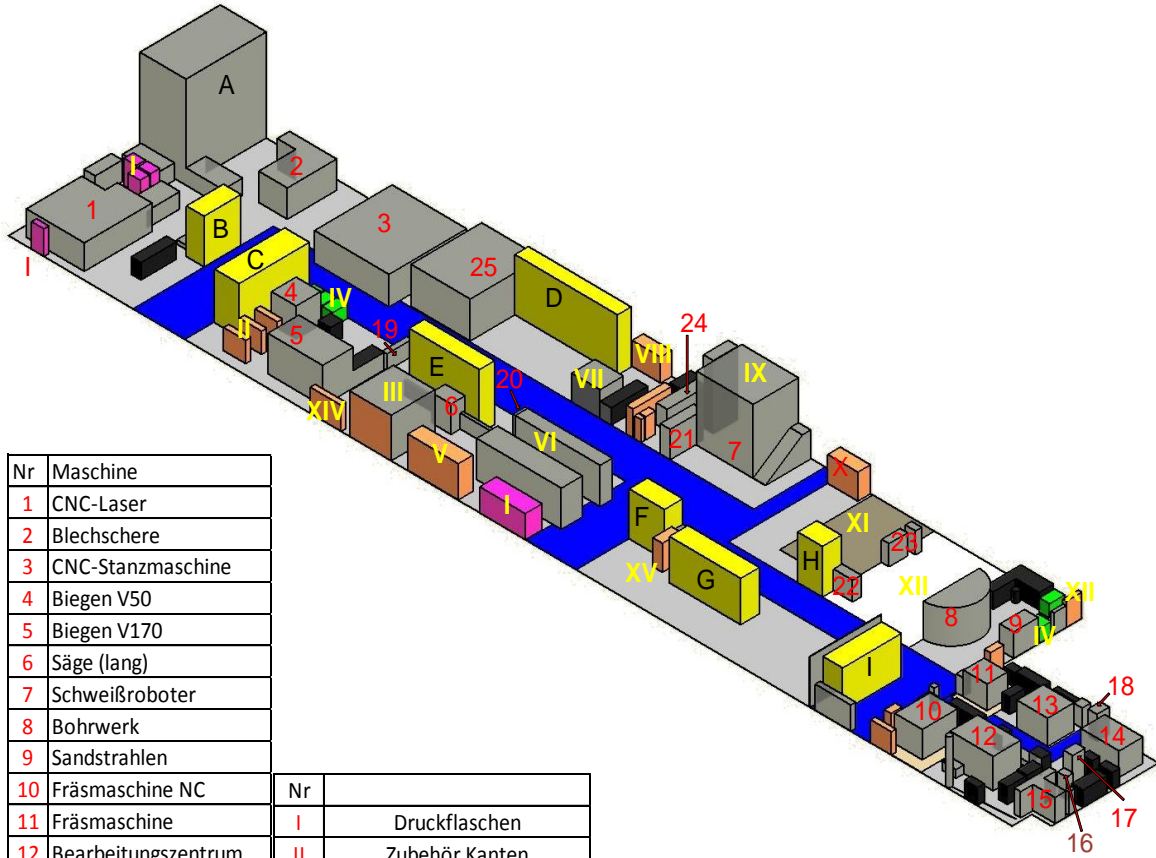
Der erste Punkt war die Hallenbegehung, bei der sich ein grober Überblick über alle Gegebenheiten verschafft wurde. Auf dieser Basis konnten alle wichtigen Daten und Maße erfasst und die Planung durchgeführt werden. Es wurde festgelegt, die Halle vom Trumatic Laser aus zu vermessen. Ein Grundriss der Halle in DIN A4, in welchem die Außenwände eingezeichnet waren, diente hierbei als Vorlage und Messprotokoll. Der erste Schritt war das Vermessen der Grundabmaße (Hallenbreite, Hallenlänge, etc.). Es folgte das Vermessen sämtlicher Maschinen mit Arbeitsplatz, Lager mit Lagerflächen und aller Lauf- und Transportwege. Die Lagermaße waren schnell erfasst, die genauere Dimensionierung einiger Arbeitsmaschinen oder des dazugehörigen Arbeitsplatzes gestalteten sich jedoch schwierig. Dieses lag hauptsächlich daran, dass z.B. der Laser einen wechselbaren Tisch besaß oder die Arbeitsplätze nicht klar abgegrenzt waren. Andere Gegebenheiten wurden zu einem späteren Zeitpunkt erfasst. Teil der Vorgehensweise war es, einen bestimmten Abschnitt zu vermessen und diesen anschließend im Hallenlayout zu dokumentieren.

Der verwendete Grundriss in DIN A4 war jedoch schnell überfüllt und wegen mangelnder technischer Möglichkeiten nicht größer zu realisieren. Auf Anfrage wurde von der Geschäftsleitung (GL) ein Grundriss in DIN A2 bereitgestellt, welcher Grundlage für die digitale Visualisierung der

Halle nach Größe und Ausstattung war. Die Dokumentation gestaltete sich dadurch deutlich einfacher und schon visualisierte Teile konnten dementsprechend übernommen werden.

Um eine Dreidimensionalität zur besseren Hallenübersicht zu erreichen, wurden auch die Höhen aller Lager und Maschinen aufgenommen. Auch der Inhalt und die Größe (Bodenanzahl und Höhe) der Lager waren unbekannt. Alle benötigten Daten wurden aufgenommen und dokumentiert. Ebenfalls wurden unveränderliche Gegebenheiten erfasst. Dazu gehörten an der Wand angebrachte Gasflaschenlager, Druckluftherzeuger und –aufbereiter, das Normteilelager, die Stromversorgung, die hallenspezifischen elektrischen Anlagen sowie die Hallenpfeiler.

Der nächste Bereich war der Werkzeugbau (WZB). Als erstes wurden die Außenmaße ermittelt, um anschließend damit ein Modell zu erstellen, in dem alle gemessenen Daten eingetragen werden konnten. Dieser Bereich erwies sich als schwierig, da es viele kleine Schleifböcke oder mobile Schleifeinrichtungen gibt. Letztere wurden aber wegen ihrer örtlichen Ungebundenheit nicht dokumentiert. Alle Fräs-, Dreh-, Schleif- und Bohrmaschinen wurden erfasst und visualisiert. Deren Arbeitsbereiche und Maschinengegebenheiten, wie z.B. Türen, Schaltschränke oder Kühlschmierstoffbehälter wurden vermessen und dokumentiert. Auf Grund mangelnder Erfahrung mussten aber einzelne Arbeitsplätze, die Lauf- und Transportwege sowie eine Maschine abermals vermessen werden, da der erste Messvorgang zu ungenau verlaufen war.



Nr	Maschine
1	CNC-Laser
2	Blechscherer
3	CNC-Stanzmaschine
4	Biegen V50
5	Biegen V170
6	Säge (lang)
7	Schweißroboter
8	Bohrwerk
9	Sandstrahlen

Nr	Maschine	Nr	Maschine
10	Fräsmaschine NC	I	Druckflaschen
11	Fräsmaschine	II	Zubehör Kanten
12	Bearbeitungszentrum	III	Stangenlager (mittel)
13	Fräsmaschine NC	IV	Schrott
14	Drehmaschine CNC	V	Stangenlager (kurz)
15	Flachschleifmaschine	VI	Stangenlager (lang)
16	Bohrerschleifmaschine	VII	VWN Teile
17	Bandsäge	VIII	Regal Verpackungshilfsmittel
18	Ständerbohrmaschine	IX	Schraubenlager
19	Walze	X	Regal Diverses
20	Presse (alt)	XI	Schweißplatz (St)
21	Presse	XII	Schweißplatz (CrNi, Al)
22	Punktschweißmaschine	XIII	Regal Betriebsmittel
23	Schutzgasschweißgerät	XIV	Zubehör Walze / Rohrbiegen
24	Kantbank	XV	Regal Montagehilfsmittel
25	Verbleien		

Bez.	Palettenlager
A	Blechlager
B	WE/ WA / ZL
C	Großpalettenregal
D	ZL Verbleien u Diverses
E	ZL Kanten u Diverses
F	Betriebs- u Hilfsmittel
G	Fertigteile
H	ZL Schweißen
J	oben: diverse Paletten unten: Sperrlager u Kaufteile

Abbildung 1 Hallenlayout Linden

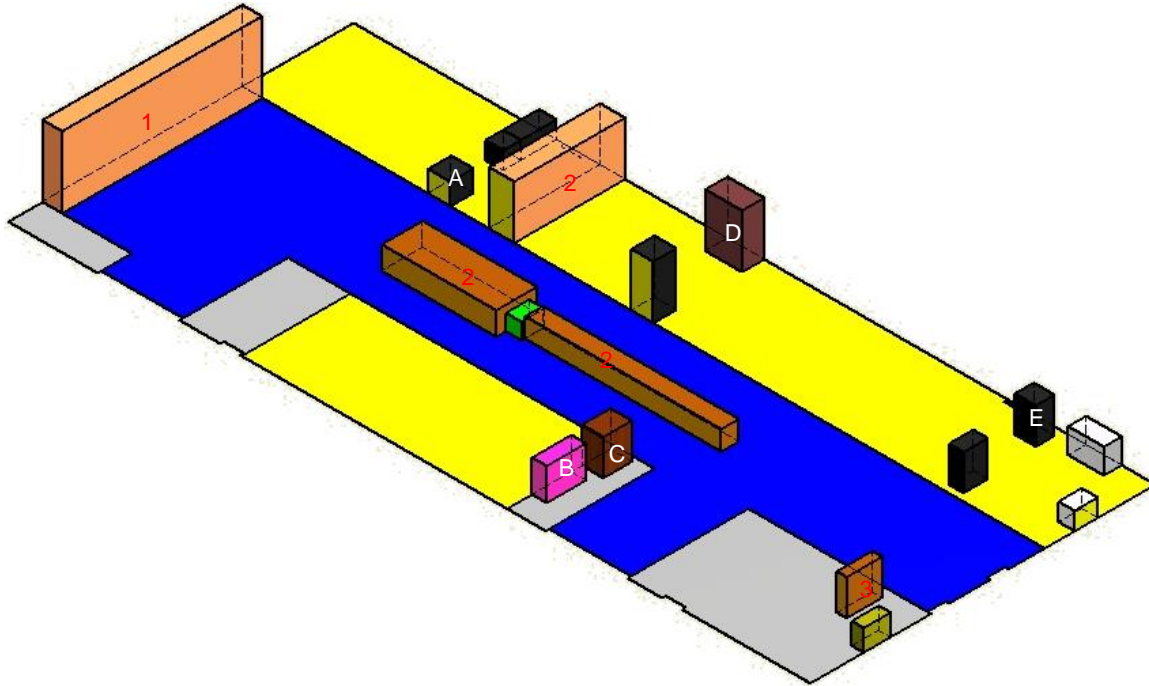
Da durch die Produktionsweise vor allem im Gehäusebau in der Produktionshalle in Linden ein großer Bereich als Lagerfläche genutzt wird, wurde die Stahlschweißerei (nicht Edelstahl) wegen Platzmangel an einen anderen Standort in Empelde ausgelagert. Dieses wurde ebenfalls im IST-Zustand dokumentiert. Laut Unternehmensplanung soll eine andere Standortlösung für die Schweißerei gefunden werden.

Nach dem Aufnehmen der Abmaße der Halle konnte ein Grundriss erstellt werden. In diesen wurden alle benötigten Maße eingetragen. Das Aufnehmen der einzelnen Abmessungen fiel wegen des einfachen Aufbaus und auf Grund der gewonnenen Erfahrungen beim Vermessen des Stammsitzes deutlich leichter.

Das erstellte Hallenlayout in DIN A2 wurde jetzt in einem Computerprogramm visualisiert. Auf Wunsch der Geschäftsleitung (GL) wurde dieses in 3D erarbeitet. Dazu wurde das Autodesk Zeichenprogramm Inventor 2008 genutzt.

Zuerst wurde das Grundlayout erstellt und anschließend jeder einzelne Arbeitsplatz, jede Maschine und jedes Lager visualisiert. Die geringe Erfahrung im Umgang mit diesem Programm und der große Umfang der Zeichnung erwiesen sich jedoch schnell als Problem. Beim Ändern einzelner Maße wurden viele Einstellungen verändert, welches aber nicht gewollt war. Dies führte dazu, dass das Erstellen des Layouts sich über die geplante Zeit hinaus zog.

Um einen Überblick über die einzelnen „Stationen“ in der Halle zu haben, wurden die Kuben farblich gekennzeichnet. So erhielten die Gasflaschen einen magentafarbenen Kubus, Maschinen einen grauen, Palettenlager einen gelben, Regale und Schränke einen orangenen und die Arbeitsplätze einen schwarzen Kubus. Um alle Gegebenheiten auch in der dritten Ebene zu konstruieren, wurden die Bauteile mit den vorher aufgenommenen Höhen extrudiert. Gleiches wurde auch für die Produktionshalle in Empelde (Layout ausklappbar siehe Seite 14, Abb. 2) durchgeführt. Dort war ein großes Problem, die einzelnen Arbeitsplätze farblich zu trennen, da das Programm trotz sauberer Linien keine abgegrenzte Extrusionsfläche erkannte. Dieses Problem konnte nicht gelöst werden.



Nummer	Bezeichnung
1	Eingangslager
2	Zwischenlager
3	Kleinteillager

Benennung	Bezeichnung
A	Schweißgerät
B	Gasflaschen
C	Paletten
D	Belüftung / Heizung
E	Montageteile Lager

A

bbildung 2 Hallenlayout Empelde

### 5.1.2 Materialflussanalyse

In diesem Arbeitspaket ging es darum, den Materialfluss ausgewählter Arbeitsaufträge aus den Bereichen Röntgengehäusefertigung, Blechgehäusefertigung und Werkzeugbau aufzuteilen, zu untersuchen und im Hallenlayout zu visualisieren.

Ein Mitarbeiter (MA) der Arbeitsvorbereitung (AV) stand als Ansprechpartner zur Verfügung, mit dessen Hilfe prädestinierte Arbeitsaufträge ausgewählt wurden. Anhand dieser Aufträge konnte der Verlauf des Materials vor Ort dokumentiert werden und in einem schematischen Hallenlayout, welches nur ganze Abteilungen, wie z.B. das Kanten, Laser oder Schweißen aufwies, visualisiert werden. Anhand der Erklärungen des MA war es möglich, sämtliche Zwischenlager auffindig zu machen und diese zu dokumentieren. Eine vorher erstellte Excel-Tabelle diente dazu, einzelne Komponenten oder Werkstoffe genau zu verfolgen.

Der ausgewählte Auftrag

- für die Röntgengehäuse war das -Gehäuse OHO-0123,
- für den Werkzeugbau der Fülltrichter HPO-0156 und
- für die Blechgehäusefertigung der Behälter DER-12345.

(Layouts ausklappbar siehe Seite 17f, Abb. 3 - 6)

Um auch die Materialflüsse in der zweiten Produktionshalle in Linden zu analysieren, wurde das erstellte Hallenlayout genutzt. Der relativ einfache Fluss des Umlaufbestands der Schweißerei ermöglichte eine schnelle Aufnahme des Materialverlaufs. Da der gewählte Ablauf des Rotex-Röntgengehäuses exemplarisch für den Materialdurchlauf war, wurde entschieden, nur diesen zu visualisieren.

Die Visualisierung wurde mit Microsoft Visio 2007 erstellt. Dazu diente als Grundlage das Hallenlayout aus Inventor. Dieses wurde als Zeichnung erstellt und als .dxf Datei gespeichert. Nun war es möglich diese mit Visio zu öffnen und die Materialflüsse zu visualisieren. Eine farbliche Unterscheidung der Materialwege sollte helfen, den Überblick über den Verlauf des Materials zu behalten.

Die Einteilung der Farben der Pfeile ist wie folgt dargestellt:

- **Blau** → Wareneingang
- **Rot** → zu bearbeitendes Material
- **Gelb** → gefertigtes Material
- **Grün** → Fertigteile



Die Zwischenlager wurden mit Paletten kenntlich gemacht. Wo diese genau liegen und zu welchem Arbeitsplatz sie gehören, kann aus dem Hallenlayout entnommen werden. Zur besseren Erkennbarkeit von einzelnen Produktionsstationen dient eine Tabelle, in welcher alle Stationen des Materials mit Zahlen gekennzeichnet und erläutert sind.

Zusammenfassend ergibt sich, dass lediglich der Materialfluss der Schweißerei in Empelde anforderungsgerecht gestaltet ist. Der Materialfluss der Röntgengehäuse in der bestehenden Produktionshalle in Linden zeigt hingegen viele sich kreuzende und lange Wege zwischen den Fertigungsbereichen auf. Dieses weist auf eine nicht sinnvoll gestaltete Anordnung der Fertigungsbereiche hin.

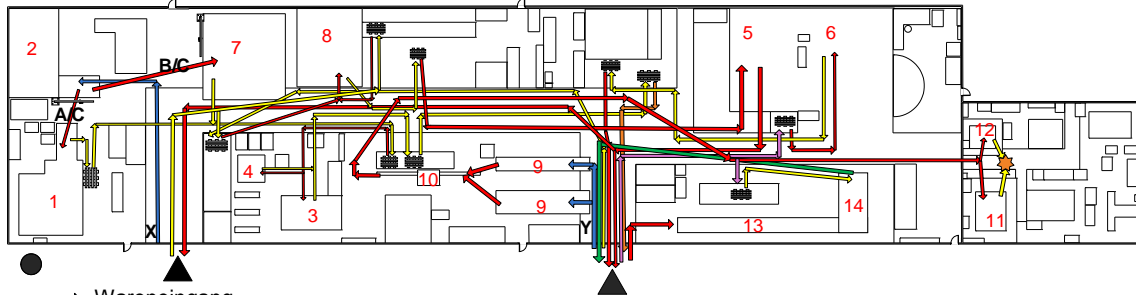
**IST-Materialfluss**

Stand 20.10.2009

Auftrag Rotex

Verwendete Materialien

Blech in 1,5mm, 2mm, 5mm, 6mm, 8mm, 10mm Stärke(A); Blech in 3mm Stärke(B);  
Blech in 4mm Stärke(C); Stangen div. Durchmesser Bleirollen



- Wareneingang
- zu bearbeitendes Material
- bearbeitetes Material
- Fertigteil/ Versand
- nach Empelde
- von Empelde
- ★ zum ZL für Empelde
- ☐ Zwischenlager
- ▲ Pulverbeschichtung Nasslack
- Zwischenlager Trockner(draußen)

Nr	Typ	Nr	Typ		
1	Trumatic-Laser	2503 E	8	Verbleien	
2	Blechlager		9	Stangenlager	
3	Truma-Biegen	Bend V 170	10	Säge	Kaltenbacher
4	Truma-Biegen	Bend V 50	11	Maho	MH 800W
5	Schweiß-AP (St)		12	Maho	MH 500M
6	Schweiß-AP (CrNi,Al)		13	Montagestraße	
7	CNC-Stanze	TruPunch 1000	14	Kommissionieren	

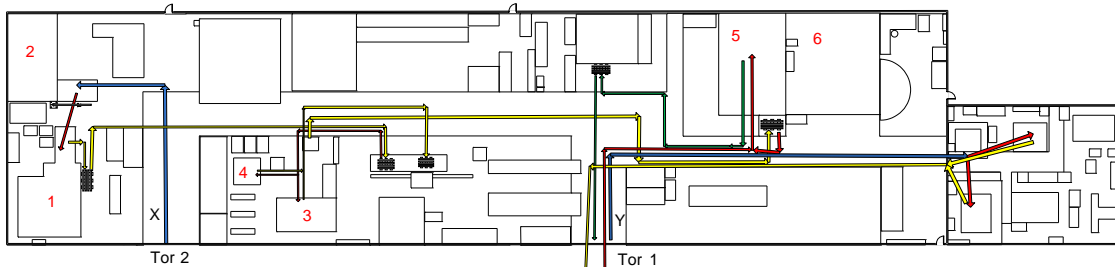
X= Blech    ≠ Stangen

Abbildung 3 IST-Materialfluss Rotex

Stand : 20.10.2009  
Artikelnr. : HB- 01059  
Zeichnungsnr. : 2004- 0503.4

**Materialfluss**

-Werkzeugbau -  
Auftrag : ET Trichter ZSFE 50



- Wareneingang
- Zu bearbeitendes Material
- Bearbeitetes Material
- Fertigteil/ Versand
- ☐ Zwischenlager

Nummer	Typ
1	Trumatic- Laser
2	Paternoster- Hochregal
3	Truma- Biegen
4	Truma- Biegen
5	Schweißarbeitsplatz
6	Schweißarbeitsplatz

Verwendete Materialien Blech in 3mm, 5mm Stärke  
Sämtliche Flach bzw. Rundstähle werden intern bereitgestellt

X= Blech    ≠ Brennteile    ≠ Flach- bzw. Rundstähle

Abbildung 4 IST-Materialfluss Trichter

Stand: 20.10.2009  
 Artel: FRE- 00409  
 Zeichnungsnr.: C19- 609.01

**Materialfluss**  
 -Gehäuse/ Blechteile-  
 Auftrag: Behälter

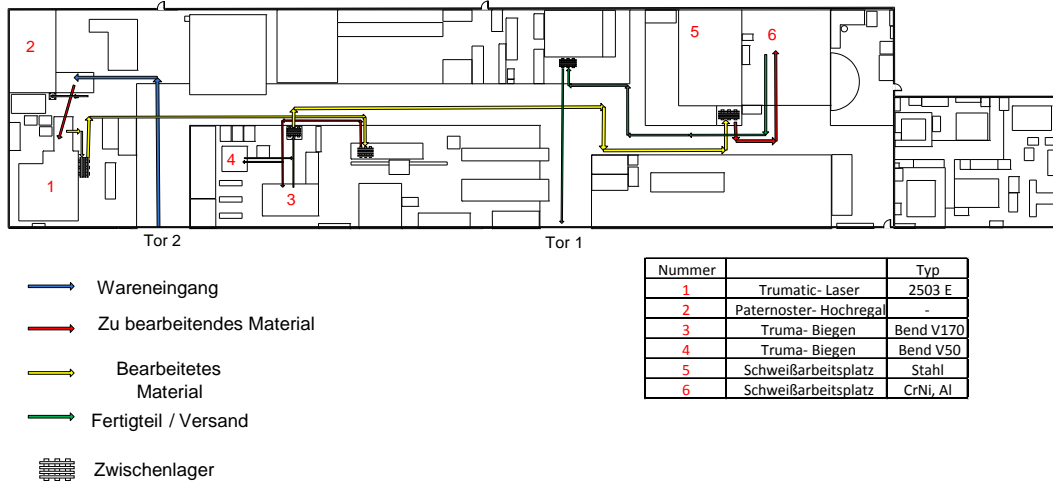


Abbildung 5 IST-Materialfluss Behälter

**Materialfluss**  
 -Halle 2 Empelde-  
 Auftrag: Rotex (exemplarisch)

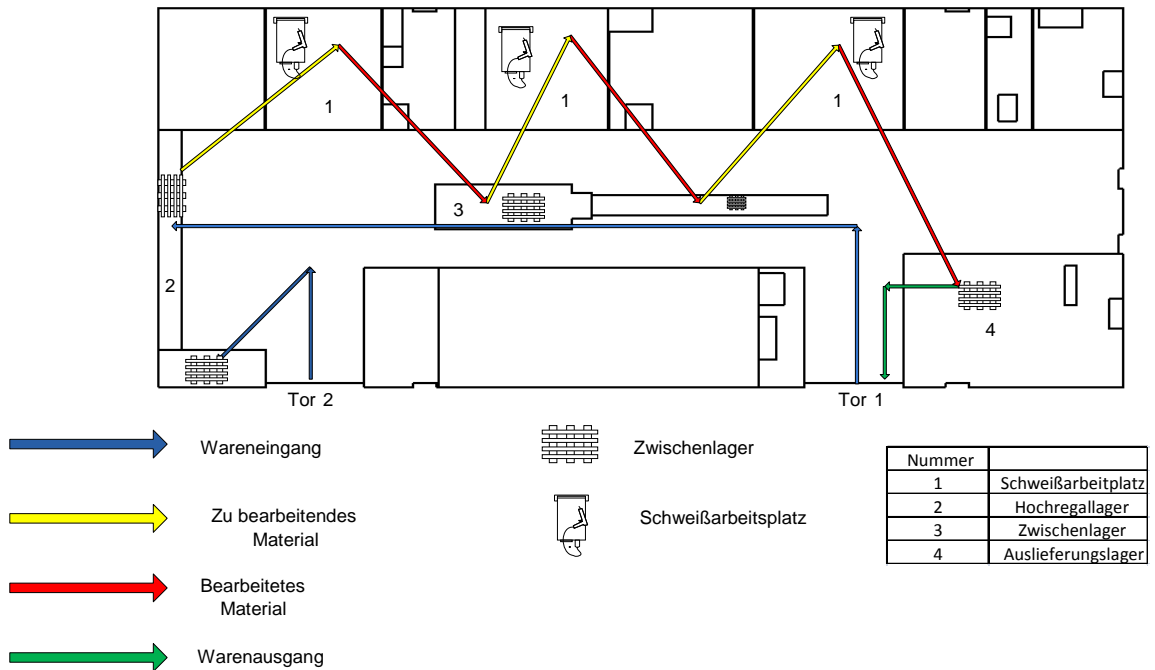


Abbildung 6 IST-Materialfluss Empelde